



Docket No.1232-5136

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): HASEGAWA, et al.

Group Art Unit: TBA

Serial No.: 10/656,727

Examiner: TBA

Filed: September 5, 2003

For: DIFFERENTIAL PUMPING SYSTEM AND EXPOSURE APPARATUS

CERTIFICATE OF MAILING (37 C.F.R. §1.8(a))

Mail Stop
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

I hereby certify that the attached:

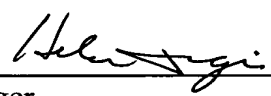
1. Claim to Convention Priority w/document
2. Certificate of Mailing
3. Return postcard receipt

along with any paper(s) referred to as being attached or enclosed and this Certificate of Mailing are being deposited with the United States Postal Service on date shown below with sufficient postage as first-class mail in an envelope addressed to the: Commissioner for Patents, P.O. Box 1450, Alexandria, VA 22313-1450.

Respectfully submitted,
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.

Dated: October 8, 2003

By: _____


Helen Tiger

Correspondence Address:

MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.
345 Park Avenue
New York, NY 10154-0053
(212) 758-4800 Telephone
(212) 751-6849 Facsimile

CUSTOMER NO. 27123



Docket No. 1232-5124

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

Applicant(s): HASEGAWA, et al.

Group Art Unit: TBA

Serial No.: 10/656,727

Examiner: TBA

Filed: September 5, 2003

For: DIFFERENTIAL PUMPING SYSTEM AND EXPOSURE APPARATUS

CLAIM TO CONVENTION PRIORITY

Mail Stop _____
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

In the matter of the above-identified application and under the provisions of 35 U.S.C. §119 and 37 C.F.R. §1.55, applicant(s) claim(s) the benefit of the following prior application(s):

Application(s) filed in: Japan
In the name of: Canon Kabushiki Kaisha
Serial No(s): 2002-261796
Filing Date(s): September 6, 2002

- ☒ Pursuant to the Claim to Priority, applicant(s) submit(s) a duly certified copy of said foreign application.
- ☐ A duly certified copy of said foreign application is in the file of application Serial No. _____, filed _____.

Dated: October 8, 2003

Correspondence Address:
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.
345 Park Avenue
New York, NY 10154-0053

(212) 758-4800 Telephone
(212) 751-6849 Facsimile

Respectfully submitted,
MORGAN & FINNEGAN, L.L.P.
By: Joseph A. Calvaruso
Joseph A. Calvaruso
Registration No. 28,287

C7-000072
US

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日 2 0 0 2 年 9 月 6 日
Date of Application:

出 願 番 号 特 願 2 0 0 2 - 2 6 1 7 9 6
Application Number:
[ST. 10/C] : [J P 2 0 0 2 - 2 6 1 7 9 6]

出 願 人 キヤノン株式会社
Applicant(s):

2 0 0 3 年 9 月 2 4 日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今 井 康 夫



出証番号 出証特 2 0 0 3 - 3 0 7 8 1 0 8

【書類名】 特許願

【整理番号】 4783018

【提出日】 平成14年 9月 6日

【あて先】 特許庁長官 殿

【国際特許分類】 G03F 7/20
H01L 21/027

【発明の名称】 差動排気システム及び露光装置

【請求項の数】 13

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号 キヤノン株式会社
社内

【氏名】 長谷川 隆行

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号 キヤノン株式会社
社内

【氏名】 三宅 明

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子 3 丁目 3 0 番 2 号 キヤノン株式会社
社内

【氏名】 大串 信明

【特許出願人】

【識別番号】 000001007

【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100110412

【弁理士】

【氏名又は名称】 藤元 亮輔

【電話番号】 03-3523-1227

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 062488

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0010562

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 差動排気システム及び露光装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 光を生成する第 1 のチャンバーに接続可能な第 2 のチャンバーの圧力を当該第 1 のチャンバーの圧力よりも低くする差動排気システムであって、

前記光の光軸上に配置され、当該光が通過するための通路を有し、前記第 1 のチャンバーから前記第 2 のチャンバーに流入する気体分子を排気する排気部を有することを特徴とする差動排気システム。

【請求項 2】 前記排気部は、前記光が通過する中空部を有する回転軸を有するターボ分子ポンプであることを特徴とする請求項 1 記載の差動排気システム。

【請求項 3】 前記排気部は、前記第 1 のチャンバーと前記第 2 のチャンバーとの間に配置されることを特徴とする請求項 1 記載の差動排気システム。

【請求項 4】 前記光を平行光に変換すると共に、当該平行光を前記中空部に導入するミラーを有することを特徴とする請求項 2 記載の差動排気システム。

【請求項 5】 前記回転軸は、外周部に前記気体分子を当該回転軸外に排気する断面翼形状の翼部を有することを特徴とする請求項 2 記載の差動排気システム。

【請求項 6】 前記回転軸は、前記中空部に前記気体分子を当該回転軸外に排気する断面翼形状の翼部を有することを特徴とする請求項 2 記載の差動排気システム。

【請求項 7】 前記中空部は、前記第 1 のチャンバー側の開口が最も小さいテーパー形状であることを特徴とする請求項 2 記載の差動排気システム。

【請求項 8】 前記排気部により排気された前記気体分子を前記第 1 及び第 2 のチャンバー外部に排気する排気手段を更に有することを特徴とする請求項 1 記載の差動排気システム。

【請求項 9】 前記光は、EUV 光であることを特徴とする請求項 1 記載の差動排気システム。

【請求項 1 0】 請求項 1 乃至 9 のうちいずれか一項記載の差動排気システムを備え、前記光を前記第 2 のチャンバーが収納する光学素子を介して被照明領域を照明することを特徴とする照明装置。

【請求項 1 1】 請求項 1 0 記載の照明装置と、
レチクル又はマスクに形成されたパターンを被処理体に投影する光学系とを有することを特徴とする露光装置。

【請求項 1 2】 請求項 1 乃至 9 のうちいずれか一項記載の差動排気システムを有し、当該差動排気システムを経た前記光を用いて被計測体を計測することを特徴とする計測装置。

【請求項 1 3】 請求項 1 1 記載の露光装置を用いて被処理体を露光するステップと、

露光された前記被処理体に所定のプロセスを行うステップとを有することを特徴とするデバイス製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、半導体製造における微細なパターンを転写するための E U V 露光装置用の光源及び照明系に関わるものである。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

フォトリソグラフィー（焼き付け）技術を用いて半導体メモリや論理回路などの微細な半導体素子を製造する際に、レチクル又はマスク（本出願ではこれらの用語を交換可能に使用する。）に描画された回路パターンを投影光学系によってウェハ等に投影して回路パターンを転写する縮小投影露光装置が従来から使用されている。

【0 0 0 3】

縮小投影露光装置で転写できる最小の寸法（解像度）は、露光に用いる光の波長に比例し、投影光学系の開口数（N A）に反比例する。従って、波長を短くすればするほど、解像度はよくなる。このため、近年の半導体素子の微細化への要

求に伴い露光光の短波長化が進められ、超高圧水銀ランプ（i 線（波長約 365 nm））、KrF エキシマレーザー（波長約 248 nm）、ArF エキシマレーザー（波長約 193 nm）と用いられる紫外線光の波長は短くなってきた。

【0004】

しかし、半導体素子は急速に微細化しており、紫外線光を用いたリソグラフィでは限界がある。そこで、 $0.1\ \mu\text{m}$ 以下の非常に微細な回路パターンを効率よく転写するために、紫外線光よりも更に波長が短い、波長 10 nm 乃至 15 nm 程度の極端紫外線（EUV: extreme ultraviolet）光を用いた縮小投影露光装置（以下、「EUV 露光装置」と称する。）が開発されている。

【0005】

EUV 光源としては、例えば、レーザープラズマ光源が用いられる。これは、真空チャンバー内に置かれたターゲット材に高強度のパルスレーザー光を照射し、高温のプラズマを発生させ、これから放射される、例えば、波長 13 nm 程度の EUV 光を利用するものである。ターゲット材としては、キセノン（Xe）のガス、液滴、クラスタなどや、銅、▼すず▲、アルミニウム等の金属薄膜などが用いられ、ガスジェット等の手段で真空チャンバー内に供給される。

【0006】

しかし、EUV 光源の一方式であるレーザープラズマは、ターゲット材に高強度のパルスレーザー光を照射することでターゲット材から EUV 光を発生するが、それとともにデブリと呼ばれる飛散粒子を発生してしまい、それが光学素子を汚染、損傷し、反射率の低下を引き起こしてしまう。そこで、ターゲット材の周りに多孔質材料から構成されるホイルトラップを設けると共に、ヘリウム（He）ガス等の不活性ガスをバッファガスとして流してデブリの影響を緩和する方法が従来から提案されている。

【0007】

ターゲット材が含まれる発光部では、ターゲット材であるキセノンガスに加えてヘリウムガスが常に不可欠となるため、真空ポンプで排気しているものの真空チャンバー内の圧力は 10 Pa 程度になると考えられる。一方、発光部より後段

では、光学素子の反射率等の性能を維持するために、なるべく清浄な雰囲気、好ましくは、 10^{-7} Pa 程度の真空度を維持する必要がある。EUV 光は、大気に対する透過率が低く、残留ガス（高分子有機ガスなど）成分との反応により光学素子にコンタミを生成してしまうためである。

【0008】

それに対し、発光部と発光部より後段の光学素子との間に設置した薄膜窓を用いて差動排気をするシステムが、公開特許公報平成5年82417号や公開特許公報平成7年263322号において提案されている。

【0009】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、EUV 光の波長領域においては、透過率の高い自立したフィルター材料は製造が困難であると同時に取り扱いが難しい。そこで、図8に示すように、発光部が収められた光源チャンバー1110と光学素子1500が収められた照明系チャンバー1120との間を導管（オリフィス）1900で接続し、かかる導管1900を用いて差動排気を行う方法が考えられる。ここで、図8は、レーザープラズマ光源を用いたEUV光源1000を示す概略構成図である。

【0010】

しかしながら、導管を用いた差動排気によって光源チャンバー1110と照明系チャンバー1120との間に生じる圧力差は 10^{-2} Pa 程度であるため、上述したように、光源チャンバー1110内の圧力が10 Pa 程度であることを考えると、照明系チャンバー1120内の圧力は 10^{-1} Pa 程度にしかならず、光学素子1500の反射率等の性能を維持することができない。

【0011】

また、光源チャンバー1110と照明系チャンバー1120との間に所望の圧力差を得るために、光源チャンバー1110と照明系チャンバー1120を接続する導管1900を細長くすることも考えられる。一方、EUV光1400の利用効率を高めるためには、ターゲット材から発生したEUV光を、例えば、回転楕円面の集光ミラー1600でなるべく多く、例えば、 π ステラジアン程度に取り込む必要がある。そこで、取り込み角を大きくすると、導管1900を細長く

することが困難となり、所望の圧力差を得ることができない。

【0012】

なお、照明系チャンバー内の圧力を 10^{-7} Pa 程度の真空度に維持したいという要求は、レーザープラズマ方式のみならず、電極にキセノン等のガスを流して放電させることでプラズマを生成し、EUV 光を発生させるディスチャージ方式に関しても共通である。

【0013】

このように、EUV 光の利用効率を高めると共に、差動排気で所望の圧力差を得ることは非常に難しい課題である。

【0014】

そこで、本発明は、EUV 光の利用効率を損なうことなく、高い差動排気能力を発揮し、光学素子の反射率等の性能を維持することができる差動排気システムを提供することを例示的目的とする。

【0015】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明の一側面としての差動排気システムは、光を生成する第1のチャンバーに接続可能な第2のチャンバーの圧力を当該第1のチャンバーの圧力よりも低くする差動排気システムであって、前記光の光軸上に配置され、当該光が通過するための通路を有し、前記第1のチャンバーから前記第2のチャンバーに流入する気体分子を排気する排気部を有することを特徴とする。かかる差動排気システムによれば、第1のチャンバーから流入する気体分子を排気することで、第1のチャンバーと第2のチャンバーとの圧力差を大きくすることが可能であり、第2のチャンバーをより低い圧力にすることができる。前記排気部は、前記光が通過する中空部を有する回転軸を有するターボ分子ポンプであることを特徴とする。これにより、光の利用効率を向上させることができる。前記排気部は、前記第1のチャンバーと前記第2のチャンバーとの間に配置されることを特徴とする。前記光を平行光に変換すると共に、当該平行光を前記中空部に導入するミラーを有することを特徴とする。これにより、平行光を排気部に導入することが可能となり、中空部の開口が広がることを防止することができる。

る。前記回転軸は、外周部に前記気体分子を当該回転軸外に排気する断面翼形状の翼部を有することを特徴とする。前記回転軸は、前記中空部に前記気体分子を当該回転軸外に排気する断面翼形状の翼部を有することを特徴とする。これにより、光の光軸に平行に移動する気体分子も排気することができる。前記中空部は、前記第1のチャンバー側の開口が最も小さいテーパ形状であることを特徴とする。前記排気部により排気された前記気体分子を前記第1及び第2のチャンバー外部に排気する排気手段を更に有することを特徴とする。前記光は、EUV光であることを特徴とする。

【0016】

本発明の別の側面としての照明装置は、上述の差動排気システムを備え、前記光を前記第2のチャンバーが収納する光学素子を介して被照明領域を照明することを特徴とする。かかる照明装置によれば、上述の差動排気システムを構成要素の一部に有し、光の利用効率を高めながら、第2のチャンバーが収納する光学素子の反射率等の性能を維持することができる。

【0017】

本発明の更に別の側面としての露光装置は、上述の照明装置と、レチクル又はマスクに形成されたパターンを被処理体に投影する光学系とを有することを特徴とする。かかる露光装置によれば、上述の照明装置を構成要素の一部に有し、結像性能の劣化及びスループットの低下を防止することができる。

【0018】

本発明の更に別の側面としての計測装置は、上述の差動排気システムを有し、当該差動排気システムを経た前記光を用いて被計測体を計測することを特徴とする。

【0019】

本発明の更に別の側面としてのデバイス製造方法は、上述の露光装置を用いて被処理体を露光するステップと、露光された前記被処理体に所定のプロセスを行うステップとを有することを特徴とする。上述の露光装置の作用と同様の作用を奏するデバイス製造方法の請求項は、中間及び最終結果物であるデバイス自体にもその効力が及ぶ。また、かかるデバイスは、LSIやVLSIなどの半導体チ

ップ、CCD、LCD、磁気センサー、薄膜磁気ヘッドなどを含む。

【0020】

本発明の更なる目的又はその他の特徴は、以下、添付図面を参照して説明される好ましい実施例によって明らかにされるであろう。

【0021】

【発明の実施の形態】

以下、添付図面を参照して、本発明の例示的な差動排気システムについて説明する。なお、各図において同一の部材については同一の参照番号を付し、重複する説明を省略する。ここで、図1は、本発明の一側面としての差動排気システム1の例示的一形態を示す概略構成図である。

【0022】

図1を参照するに、差動排気システム1は、EUV光107を発光する光源であるプラズマ106を収納する光源チャンバー100に接続可能な照明系チャンバー200の圧力を光源チャンバー100よりも低くする。差動排気システム1は、EUV光107の光軸上に配置され、EUV光107を通過させて第2のチャンバー200に導入すると共に、第1のチャンバー100から第2のチャンバー200に流入する気体分子を排気する排気部300が設けられている。

【0023】

図示しないレーザー発生装置より出射されたパルスレーザー101は、集光レンズ102により透過窓103を介して、ノズル104から供給されたターゲット105（例えば、キセノンガス）上に集光され、プラズマ106を生成する。プラズマ106からは、EUV光107が放射され、利用効率を向上させるために回転楕円面の集光ミラー108にて集光し、ミラー151が収納されたミラーチャンバー150に導入される。ミラー151は、EUV光107を平行光に変換すると共に、平行光となったEUV光107を後述する回転軸312の中空部312aに導入する。

【0024】

上述したように、プラズマ106からは、EUV光107と共にデブリ109と呼ばれる飛散粒子が飛び散り、周辺の集光ミラー109やミラー151を汚染

、損傷してしまうために、バッファガス供給装置 110 からヘリウムガス 111 が光源チャンバー 100 に導入され、ヘリウムガス 111 のフローによりデブリ 109 が飛散するのを軽減している。

【0025】

光源チャンバー 100 には、EUV 光 107 の減衰や集光ミラー 108 の汚染、損傷を軽減するために、真空ポンプ 112 で排気しているもののターゲット 105 であるキセノンガスやバッファガスであるヘリウムガス 111 を常に供給している。従って、光源チャンバー 100 の圧力は、10 Pa 程度となる。また、ミラー 151 の劣化を防ぐためにミラーチャンバー 150 の圧力は低い方がよく、光源チャンバー 100 との接続部にオリフィス 113 を設け、ポンプ 152 で真空引きをしている。

【0026】

排気部 300 は、本実施形態では、EUV 光 107 の光軸を遮らないように、EUV 光 107 が通過する中空部 312a を有する回転軸 312 を有するターボ分子ポンプ 310 で実現されている。ターボ分子ポンプ 310 には、固定翼 314 が固定されている。回転軸 312 は、外周部に気体分子を回転軸 312 外に排気する断面翼形状の翼部 312b を有する。また、粗引きポンプ 320 は、ターボ分子ポンプにより圧縮された気体を排気する。

【0027】

かかる構成において、ターボ分子ポンプ 320 の差動排気的能力をより高めるためには EUV 光 107 が細い位置に設置することが望ましく、また、照明系チャンバー 200 を低い圧力の環境にし、照明系チャンバー 200 に収納された光学素子 201 及び 202 の汚染、損傷を防ぐためには極力光源チャンバー 100 に近い位置に配置することが望ましい。

【0028】

一方、照明系チャンバー 200 に収納されている光学素子 201 及び 202 は、交換しなくて済む方が好ましいので、真空ポンプ 203 で常に排気している。

【0029】

以下に本発明の差動排気システム 1 の動作を説明する。光源チャンバー 100

の気体分子は、オリフィス 113 を通り、ミラーチャンバー 150 に流入する。一部の気体分子はポンプ 152 に排気されるが、それ以外の気体分子はターボ分子ポンプ 310 に流入する。

【0030】

図 2 は、ターボ分子ポンプ 310 の固定翼 314 が固定されていない部分の回転軸 312 の一例を示す概略断面図である。回転軸 312 及び翼部 312b は、図 2 の矢印の方向に高速で回転している。回転軸 312 の中空部 312a に入ってきた気体分子 AM は、翼部 312b に衝突し、図中矢印のように、半径方向に跳ばされる。跳ばされた気体分子 AM は、回転軸 312 の断面を通り抜け、回転軸 312 外の部分に排気される。かかる部分では、固定翼 314 と回転軸 312 周りに回転可能な回転翼 316 により気体分子 AM は、粗引きポンプ 320 の方向に圧縮されていく。圧縮された気体分子 AM は、排気手段である粗引きポンプ 320 により外部に排気される。

【0031】

また、回転軸 312 は、図 3 に示すように、中空部 312a に気体分子 AM を回転軸 312 外に排気する断面翼形状の翼部 312c を有してもよい。ここで、図 3 は、ターボ分子ポンプ 310 の固定翼 314 が固定されていない部分の回転軸 312 の一例を示す概略断面図である。翼部 312c は、照明光である EUV 光 107 を遮るが、EUV 光 107 の利用効率を落とさないように断面の面積を極力小さくしている。回転軸 312、翼部 312b 及び 312c は、図 3 の矢印方向に高速で回転している。従って、EUV 光 107 の光軸にほぼ平行に移動している気体分子 AM も、翼部 312c に衝突し、図中矢印のように、半径方向に跳ばされる。跳ばされた気体分子 AM は、更に翼部 312b に跳ばされ、回転軸 312 の断面を通り抜け、回転軸 312 外の部分に排気され、より高い差動排気能力を得ることができる。

【0032】

以下に、かかる排気部 300（ターボ分子ポンプ 310）を適用した場合の差動排気的能力を計算する。簡単のために、排気部 300 に設置された粗引きポンプ 320 はないものとする。

【0 0 3 3】

ミラーチャンバー 1 5 0 の圧力を p_1 (Pa)、照明系チャンバー 2 0 0 の圧力を p_2 (Pa) とし、ミラーチャンバー 1 5 0 を排気する真空ポンプ 1 5 2 の排気速度を S_1 (m^3/s)、照明系チャンバー 2 0 0 を排気する真空ポンプ 2 0 3 の排気速度を S_2 (m^3/s) とする。ミラーチャンバー 1 5 0 と照明系チャンバー 2 0 0 を接続するターボ分子ポンプ 3 1 0 の排気速度を S_{12} (m^3/s) とする。また、ミラーチャンバー 1 5 0 から発生する脱ガス量を Q_1 ($\text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$)、照明系チャンバー 2 0 0 から発生する脱ガス量を Q_2 ($\text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$)、それぞれの真空ポンプ 1 5 2 及び 2 0 3 に排気される流量を Q_{10} ($\text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$) 及び Q_{20} ($\text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$) とし、ターボ分子ポンプ 3 1 0 を流れる流量を Q_{12} ($\text{Pa} \cdot \text{m}^3/\text{s}$) としたとき、これらは、以下の数式 1 乃至数式 5 で示す関係を満たす。

【0 0 3 4】

【数 1】

$$Q_1 + Q_2 = Q_{10} + Q_{20}$$

【0 0 3 5】

【数 2】

$$Q_{10} = Q_1 + Q_{12}$$

【0 0 3 6】

【数 3】

$$Q_{10} = S_1 \cdot p_1$$

【0 0 3 7】

【数 4】

$$Q\ 2\ 0 = S\ 2 \cdot p\ 2$$

【0 0 3 8】

【数 5】

$$Q\ 1\ 2 = S\ 1\ 2 \cdot p\ 2$$

【0 0 3 9】

数式 1 乃至数式 5 から、 $Q\ 1\ 0$ 、 $Q\ 2\ 0$ 、 $Q\ 1\ 2$ を消去して、 $Q\ 1 \gg Q\ 2$ と
して簡略化し、 $p\ 1$ 及び $p\ 2$ に関して整理すると、以下の数式 6 及び数式 7 とな
る。

【0 0 4 0】

【数 6】

$$p\ 1 = (S\ 2 \cdot Q\ 1 + S\ 1\ 2 \cdot Q\ 1 + S\ 1\ 2 \cdot Q\ 2) / (S\ 1 \cdot S\ 2 + S\ 1 \cdot S\ 1\ 2) \\ \doteq Q\ 1 / S\ 1$$

【0 0 4 1】

【数 7】

$$p\ 2 = Q\ 2 / (S\ 2 + S\ 1\ 2)$$

【0 0 4 2】

ここで、圧力 $p_1 = 10$ (Pa)、排気速度 $S_1 = S_2 = 1$ (m^3/s) (1000 l/s)、排気速度 $S_{12} = 0.3$ (m^3/s) (300 l/s)、脱ガス量 $Q_1 = 10$ (Pa \cdot m^3/s)、 $Q_2 = 10^{-5}$ (Pa \cdot m^3/s) としたとき、 $p_2 = 10^{-5} / (1 + 0.3) = 7.7 \cdot 10^{-6}$ (Pa) となり、 $p_1 / p_2 \geq 10^6$ もの差圧をつけることが可能となる。

【0043】

以上、説明したように、照明光である EUV 光 107 の光軸を遮らないように、中空部 312a が設けられた回転軸を有するターボ分子ポンプ 310 を用いることにより、差動排気能力の向上が可能となり、照明系チャンバー 200 に収納された光学素子 201 及び 202 の汚染、劣化を避けることが可能となる。

【0044】

また、差動排気システム 1 は、ポイントソース X 線源を用いたアプリケーション、例えば、反射率計測器、波面計測器、顕微鏡、形状計測器、医療器、組成分析器、構造解析器にも有用であることは言うまでもない。

【0045】

以下、図 4 を参照して、差動排気システム 1 の変形例である差動排気システム 1A について説明する。図 4 は、本発明の一側面としての差動排気システム 1A の例示的一形態を示す概略構成図である。差動排気システム 1A は、図 1 に示す差動排気システム 1 と同様であるが、排気部 400 が異なる。

【0046】

差動排気システム 1A は、光源チャンバー 100 と照明系チャンバー 200 との間に排気部 400 を設けている。EUV 光 107 は、集光ミラー 108 で一度集光した後に照明系チャンバー 200 に入射している。

【0047】

排気部 400 は、EUV 光 107 の通過を遮らないように、EUV 光 107 の集光角に合わせた形状のテーパ状に開口にした中空部 312a を有する回転軸 412 を有するターボ分子ポンプ 310 で実現されている。また、光源チャンバー 100 の圧力は分子流の領域なので、中空部 412a は、光源チャンバー 100 側の開口が最も小さくなるようにすることが効果的である。換言すれば、EU

V光107の集光点107aの位置と最も光源チャンバー100側の中空部412aの開口を一致させるということである。

【0048】

ターボ分子ポンプ410には、固定翼414が固定されている。回転軸412は、外周部に気体分子を回転軸412外に排気する断面翼形状の翼部412bを有する。また、粗引きポンプ420は、ターボ分子ポンプ410により圧縮された気体を排気する。

【0049】

以上のような構成にすることにより、光源チャンバー100と照明系チャンバー200の間に差圧をよりつけることが可能となり、照明系チャンバー200全体がより低い圧力となる。従って、全ての照明系ミラー200に収納された光学素子の汚染、劣化を防ぐことが可能となる。

【0050】

以下、図5を参照して、本発明の差動排気システムを適用した例示的な露光装置800について説明する。図5は、本発明の露光装置800の例示的一形態を示す概略構成図である。

【0051】

本発明の露光装置800は、露光用の照明光としてEUV光（例えば、波長13.4nm）を用いて、ステップ・アンド・スキャン方式やステップ・アンド・リピート方式でマスク820に形成された回路パターンを被処理体840に露光する投影露光装置である。かかる露光装置は、サブミクロンやクォーターミクロン以下のリソグラフィ工程に好適であり、以下、本実施形態では、ステップ・アンド・スキャン方式の露光装置（「スキャナー」とも呼ばれる。）を例に説明する。ここで、「ステップ・アンド・スキャン方式」とは、マスクに対してウェハを連続的にスキャン（走査）してマスクパターンをウェハに露光すると共に、1ショットの露光終了後ウェハをステップ移動して、次の露光領域に移動する露光方法である。「ステップ・アンド・リピート方式」は、ウェハの一括露光ごとにウェハをステップ移動して次のショットの露光領域に移動する露光方法である。

【0052】

図5を参照するに、露光装置800は、照明装置810と、マスク820と、マスク820を載置するマスクステージ825と、投影光学系830と、被処理体840と、被処理体840を載置するウェハステージ845と、アライメント検出機構850と、フォーカス位置検出機構860とを有する。

【0053】

照明装置810は、投影光学系830の円弧状の視野に対する円弧状のEUV光（例えば、波長13.4nm）によりマスク820を照明する照明装置であって、EUV光源812と、照明光学系814とを有する。かかる照明装置810を構成するEUV光源812と後段の照明光学系814との接続に本発明の差動排気システム1又は1Aを適用することができ、差動排気システム1又は1AによりEUV光の利用効率を損なうことなく、照明光学系814を含む雰囲気を低い圧力にして光学素子の反射率等の性能を維持することができる。なお、EUV光源812及び差動排気システム1又は1Aは、上述した通りのいかなる形態をも適用可能であり、ここでの詳細な説明は省略する。

【0054】

照明光学系814は、集光ミラー814a、オプティカルインテグレーター814bから構成される。集光ミラー814aは、レーザープラズマからほぼ等方的に放射されるEUV光を集める役割を果たす。オプティカルインテグレーター814bは、マスク820を均一に所定の開口数で照明する役割を持っている。また、照明光学系814は、マスク820と共役な位置に、マスク820の照明領域を円弧状に限定するためのアパーチャ814cが設けられている。

【0055】

マスク820は、反射型マスクで、その上には転写されるべき回路パターン（又は像）が形成され、マスクステージ825に支持及び駆動されている。マスク820から発せられた回折光は、投影光学系830で反射されて被処理体840上に投影される。マスク820と被処理体840とは、光学的に共役の関係に配置される。露光装置800は、ステップ・アンド・スキャン方式の露光装置であるため、マスク820と被処理体840を走査することによりマスク820のパ

ターンを被処理体 840 上に縮小投影する。

【0056】

マスクステージ 825 は、マスク 820 を支持して図示しない移動機構に接続されている。マスクステージ 825 は、当業界周知のいかなる構造をも適用することができる。図示しない移動機構は、リニアモーターなどで構成され、少なくとも X 方向にマスクステージ 825 を駆動することでマスク 820 を移動することができる。露光装置 800 は、マスク 820 と被処理体 840 を同期した状態で走査する。ここで、マスク 820 又は被処理体 840 面内で走査方向を X、それに垂直な方向を Y、マスク 820 又は被処理体 840 面内に垂直な方向を Z とする。

【0057】

投影光学系 830 は、複数の反射ミラー（即ち、多層膜ミラー）830a を用いて、マスク 820 面上のパターンを像面である被処理体 840 上に縮小投影する。複数のミラー 830a の枚数は、4 枚乃至 6 枚程度である。少ない枚数のミラーで広い露光領域を実現するには、光軸から一定の距離だけ離れた細い円弧状の領域（リングフィールド）だけを用いて、マスク 820 と被処理体 840 を同時に走査して広い面積を転写する。投影光学系 830 の開口数（NA）は、0.2 乃至 0.3 程度である。

【0058】

被処理体 840 は、本実施形態ではウェハであるが、液晶基板その他の被処理体を広く含む。被処理体 840 には、フォトレジストが塗布されている。フォトレジスト塗布工程は、前処理と、密着性向上剤塗布処理と、フォトレジスト塗布処理と、プリベーク処理とを含む。前処理は、洗浄、乾燥などを含む。密着性向上剤塗布処理は、フォトレジストと下地との密着性を高めるための表面改質（即ち、界面活性剤塗布による疎水性化）処理であり、HMDS（Hexamethyldisilazane）などの有機膜をコート又は蒸気処理する。プリベークは、ベーキング（焼成）工程であるが現像後のそれよりもソフトであり、溶剤を除去する。

【0059】

ウェハステージ 845 は、ウェハチャック 845 a によって被処理体 840 を支持する。ウェハステージ 845 は、例えば、リニアモーターを利用して X Y Z 方向に被処理体 840 を移動する。マスク 820 と被処理体 840 は、同期して走査される。また、マスクステージ 825 の位置とウェハステージ 845 の位置は、例えば、レーザー干渉計などにより監視され、両者は一定の速度比率で駆動される。

【0060】

アライメント検出機構 850 は、マスク 820 の位置と投影光学系 830 の光軸との位置関係、及び、被処理体 840 の位置と投影光学系 830 の光軸との位置関係を計測し、マスク 820 の投影像が被処理体 840 の所定の位置に一致するようにマスクステージ 825 及びウェハステージ 845 の位置と角度を設定する。

【0061】

フォーカス位置検出機構 860 は、被処理体 840 面内で Z 方向のフォーカス位置を計測し、ウェハステージ 845 の位置及び角度を制御することによって、露光中、常時被処理体 840 面を投影光学系 830 による結像位置に保つ。

【0062】

露光において、照明装置 810 から射出された E U V 光はマスク 820 を照明し、投影光学系 830 は、マスク 820 面上のパターンを被処理体 840 面上に結像する。本実施形態において、像面は円弧状（リング状）の像面となり、マスク 820 と被処理体 840 を縮小倍率比の速度比で走査することにより、マスク 820 の全面を露光する。露光装置 800 は、E U V 光の利用効率を高め、E U V 光源 812 より後段を低い圧力（即ち、高真空度）にすることができ、光学素子の光学性能を維持して結像性能及びスループットの優れた露光を提供する。

【0063】

次に、図 6 及び図 7 を参照して、上述の露光装置 800 を利用したデバイス製造方法の実施例を説明する。図 6 は、デバイス（I C や L S I などの半導体チップ、L C D、C C D 等）の製造を説明するためのフローチャートである。ここでは、半導体チップの製造を例に説明する。ステップ 1（回路設計）では、デバイ

スの回路設計を行う。ステップ2（マスク製作）では、設計した回路パターンを形成したマスクを製作する。ステップ3（ウェハ製造）では、シリコンなどの材料を用いてウェハを製造する。ステップ4（ウェハプロセス）は、前工程と呼ばれ、マスクとウェハを用いてリソグラフィー技術によってウェハ上に実際の回路を形成する。ステップ5（組み立て）は、後工程と呼ばれ、ステップ4によって作成されたウェハを用いて半導体チップ化する工程であり、アッセンブリ工程（ダイシング、ボンディング）、パッケージング工程（チップ封入）等の工程を含む。ステップ6（検査）では、ステップ5で作成された半導体デバイスの動作確認テスト、耐久性テストなどの検査を行う。こうした工程を経て半導体デバイスが完成し、それが出荷（ステップ7）される。

【0064】

図7は、ステップ4のウェハプロセスの詳細なフローチャートである。ステップ11（酸化）では、ウェハの表面を酸化させる。ステップ12（CVD）では、ウェハの表面に絶縁膜を形成する。ステップ13（電極形成）では、ウェハ上に電極を蒸着などによって形成する。ステップ14（イオン打ち込み）では、ウェハにイオンを打ち込む。ステップ15（レジスト処理）では、ウェハに感光剤を塗布する。ステップ16（露光）では、露光装置800によってマスクの回路パターンをウェハに露光する。ステップ17（現像）では、露光したウェハを現像する。ステップ18（エッチング）では、現像したレジスト像以外の部分を削り取る。ステップ19（レジスト剥離）では、エッチングが済んで不要となったレジストを取り除く。これらのステップを繰り返し行うことによってウェハ上に多重に回路パターンが形成される。本実施例のデバイス製造方法によれば、従来よりも高品位のデバイスを製造することができる。このように、露光装置800の使用するデバイス製造方法、並びに結果物としてのデバイスも本発明の一側面を構成する。

【0065】

以上、本発明の好ましい実施例を説明したが、本発明はこれらに限定されずその要旨の範囲内で様々な変形や変更が可能である。

【0066】

【発明の効果】

本発明の差動排気システムによれば、E U V 光の利用効率を損なうことなく、高い差動排気能力を発揮し、光学素子の反射率等の性能を維持することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】 本発明の一側面としての差動排気システムの例示的一形態を示す概略構成図である。

【図 2】 図 1 に示すターボ分子ポンプの固定翼が固定されていない部分の回転軸の一例を示す概略断面図である。

【図 3】 図 1 に示すターボ分子ポンプの固定翼が固定されていない部分の回転軸の一例を示す概略断面図である。

【図 4】 本発明の一側面としての差動排気システムの例示的一形態を示す概略構成図である。

【図 5】 本発明の露光装置の例示的一形態を示す概略構成図である。

【図 6】 デバイス（I C や L S I などの半導体チップ、L C D、C C D 等）の製造を説明するためのフローチャートである。

【図 7】 図 6 に示すステップ 4 のウェハプロセスの詳細なフローチャートである。

【図 8】 レーザープラズマ光源を用いた E U V 光源を示す概略構成図である。

【符号の説明】

1、1 A	差動排気システム
1 0 0	光源チャンバー
1 0 7	E U V 光
1 0 8	集光ミラー
1 5 0	ミラーチャンバー
1 5 1	ミラー
2 0 0	照明系チャンバー
2 0 1、2 0 2	光学素子

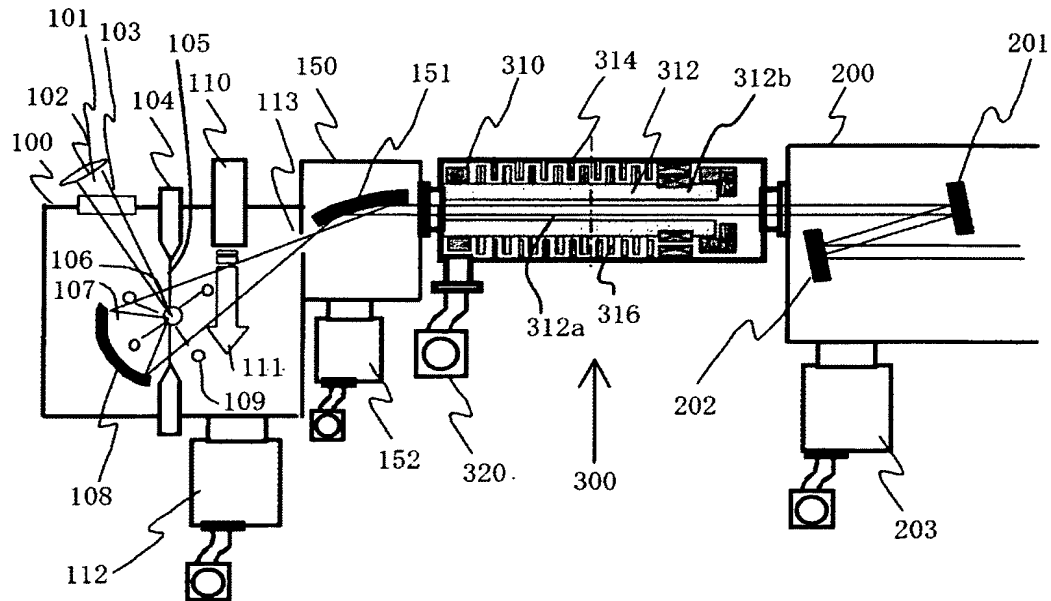
3 0 0、4 0 0	排気部
3 1 0、4 1 0	ターボ分子ポンプ
3 1 2、4 1 2	回転軸
3 1 2 a、4 1 2 a	中空部
3 1 2 b、3 1 2 c	翼部
3 1 4、4 1 4	固定翼
3 2 0、4 2 0	粗引きポンプ

【書類名】

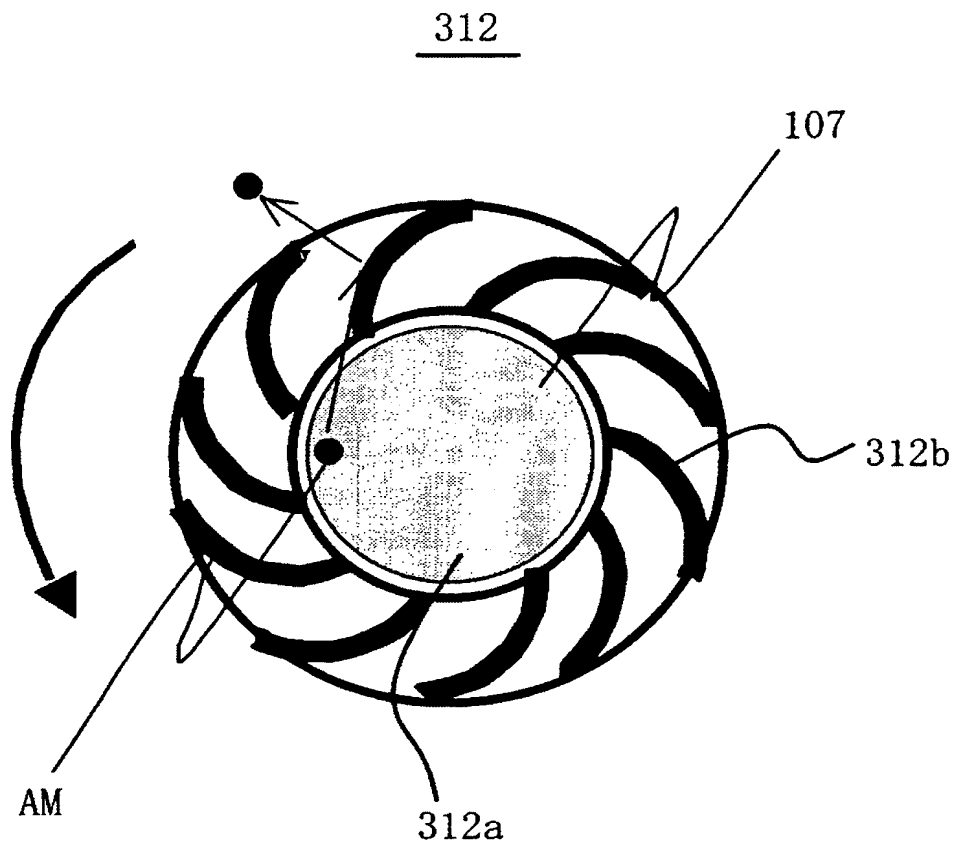
図面

【図 1】

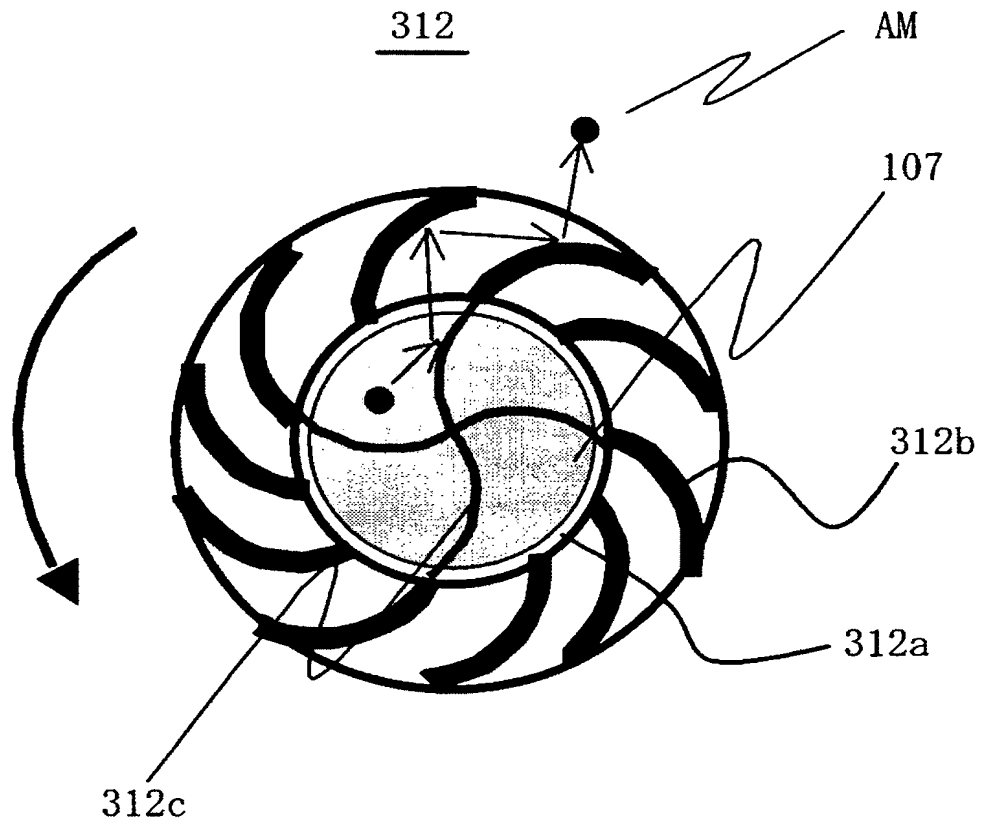
1



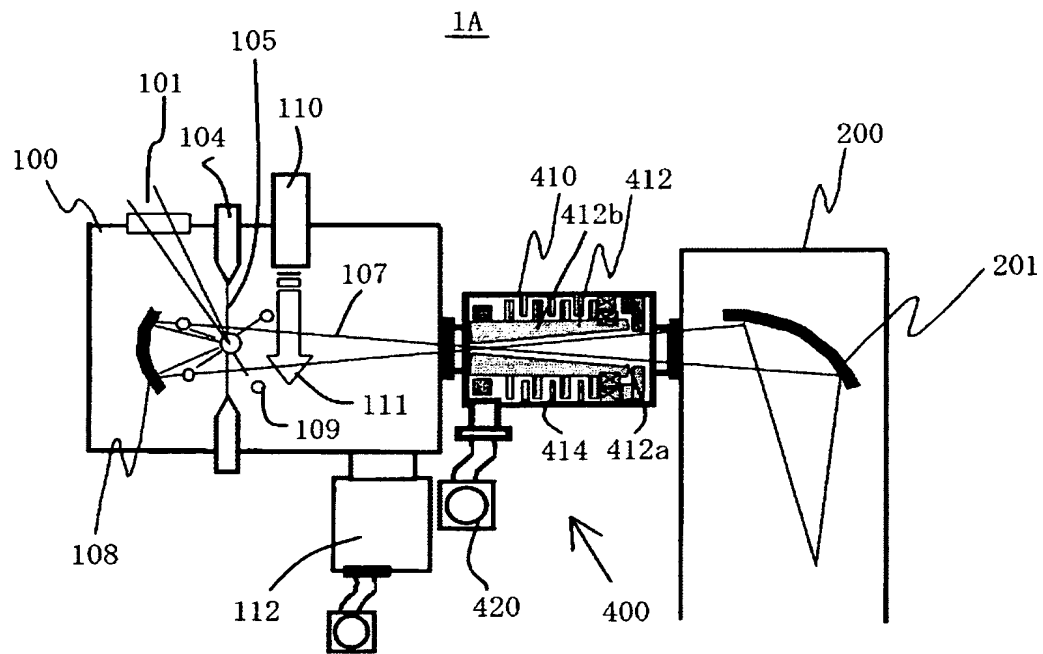
【図 2】



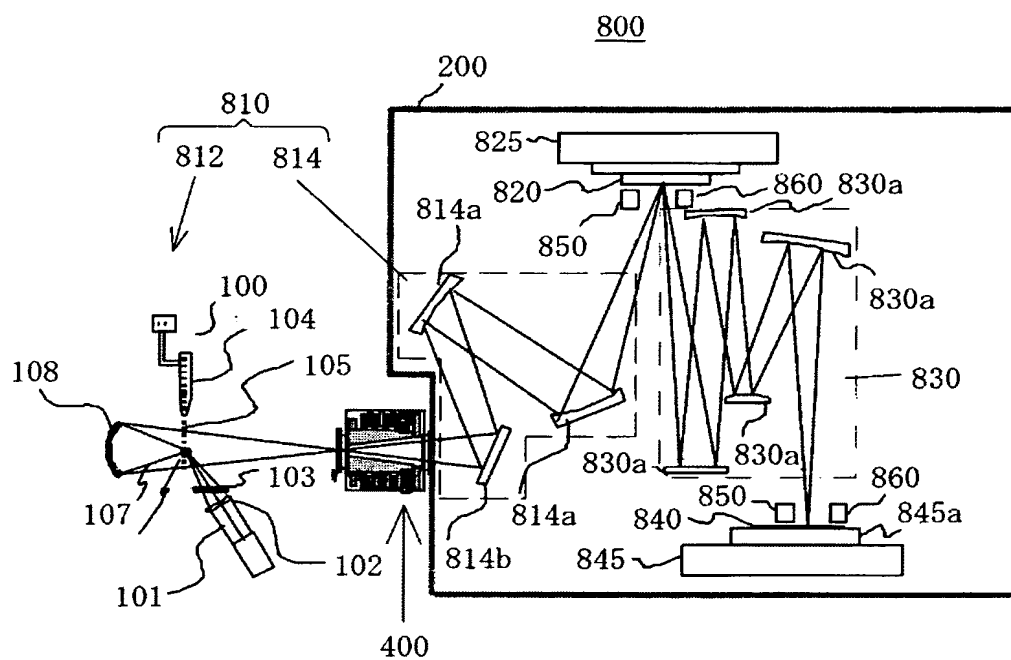
【図 3】



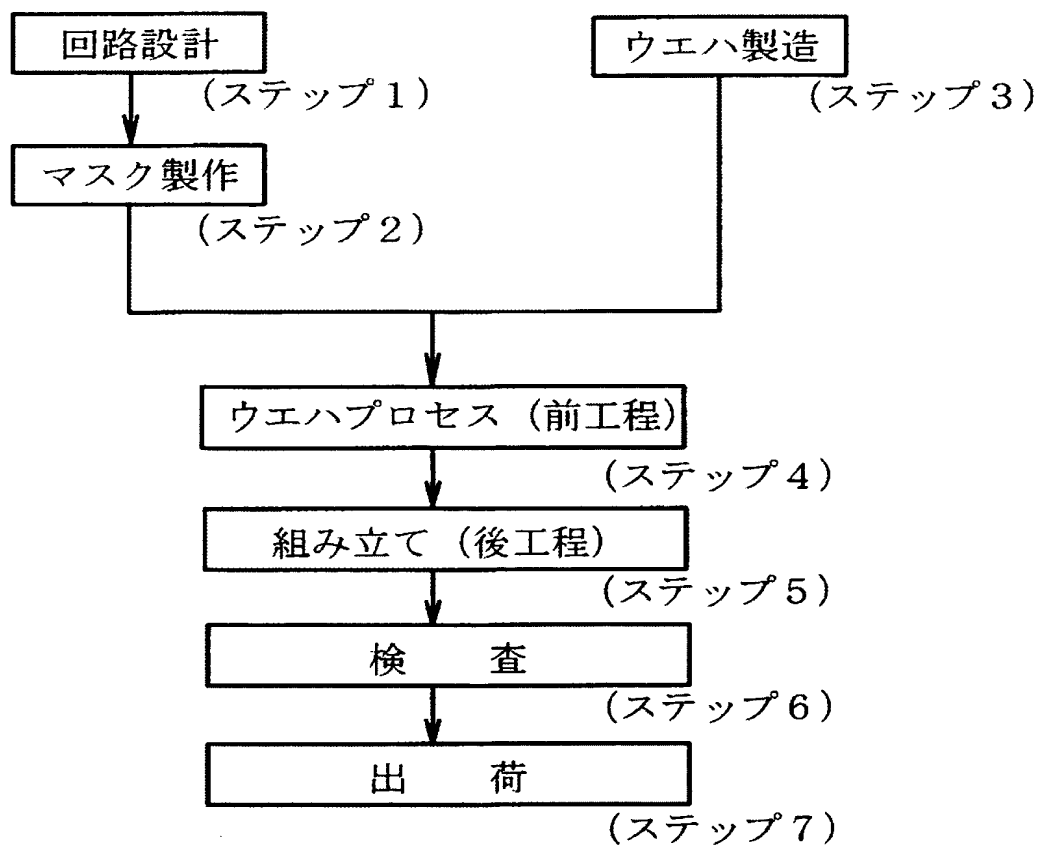
【図 4】



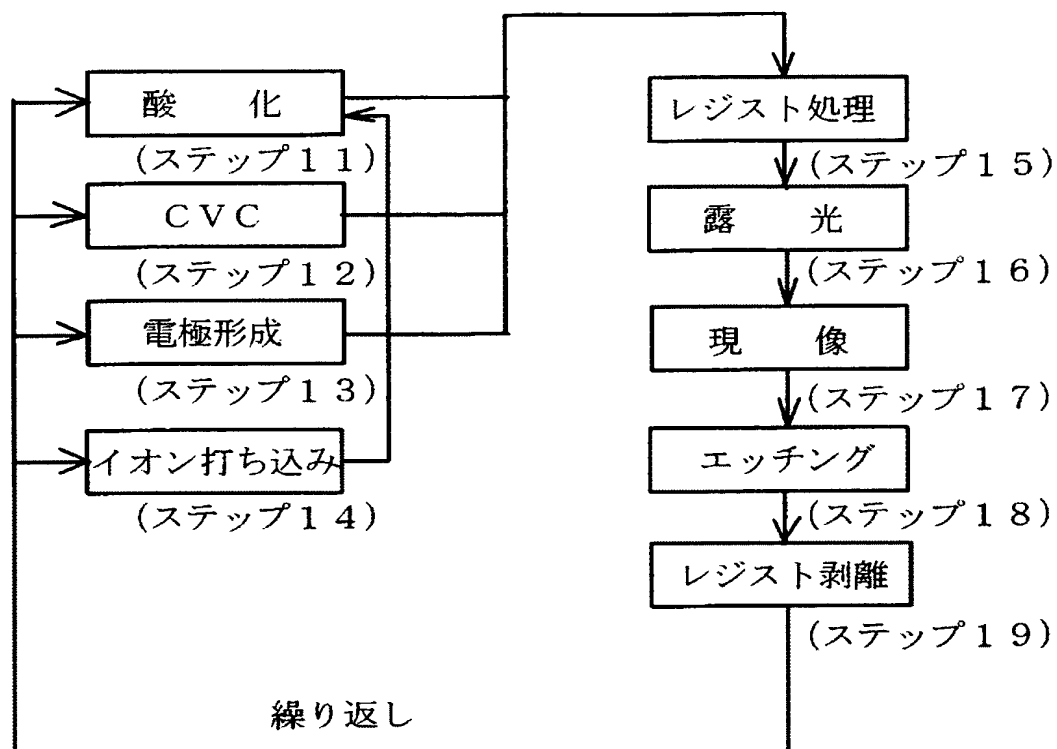
【図 5】



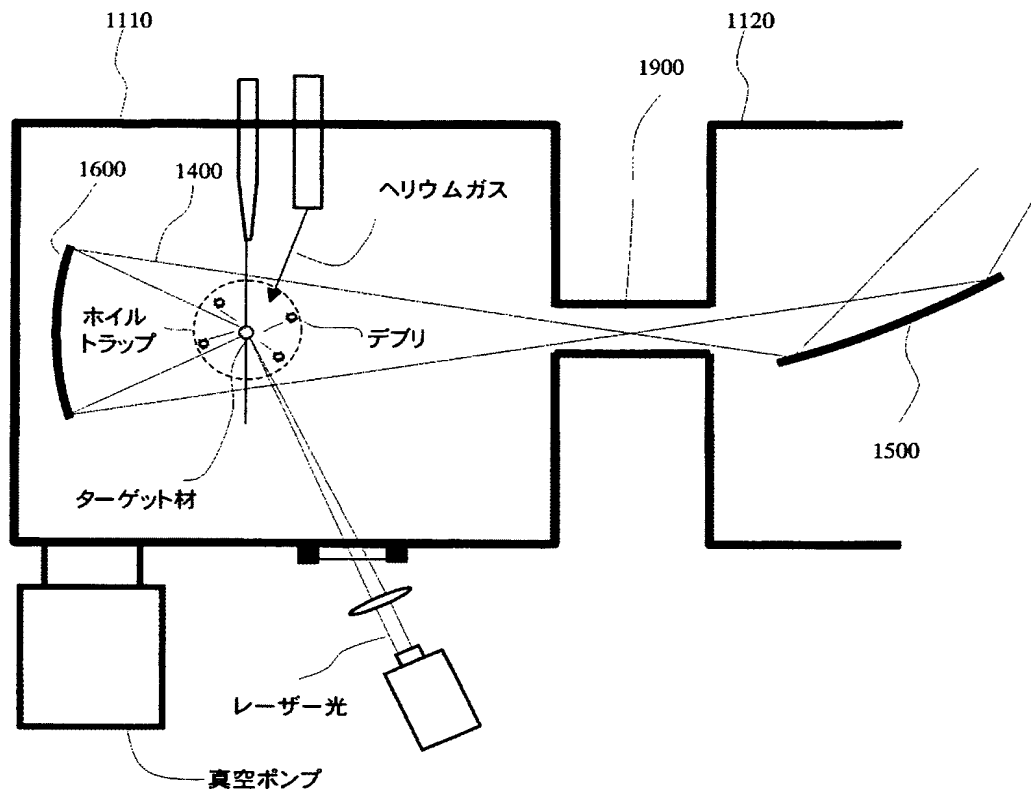
【図 6】



【図 7】



【図 8】

1000

【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 E U V 光の利用効率を損なうことなく、高い差動排気能力を発揮し、光学素子の反射率等の性能を維持することができる差動排気システムを提供する。

【解決手段】 光を生成する第 1 のチャンバーに接続可能な第 2 のチャンバーの圧力を当該第 1 のチャンバーの圧力よりも低くする差動排気システムであって、前記光の光軸上に配置され、当該光が通過するための通路を有し、前記第 1 のチャンバーから前記第 2 のチャンバーに流入する気体分子を排気する排気部を有することを特徴とする差動排気システムを提供する。

【選択図】 図 1

特 願 2 0 0 2 - 2 6 1 7 9 6

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 1 0 0 7]

1 . 変 更 年 月 日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変 更 理 由]

新 規 登 録

住 所

東 京 都 大 田 区 下 丸 子 3 丁 目 3 0 番 2 号

氏 名

キヤノン株式会社

.

.

.

.